

Aus der Orthopädischen Klinik  
der Justus Liebig-Universität Gießen  
Direktor: Professor Dr. H. Rettig

**Über die Anwendung des Kyphometers nach  
DEBRUNNER zur Bestimmung von Krümmung  
und Beweglichkeit der Brustwirbelsäule**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
des Bereiches Humanmedizin  
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von  
Amos Weissmann  
aus Rehovoth/Israel

Gießen 1973



Aus der Orthopädischen Klinik  
der Justus Liebig-Universität Gießen  
Direktor: Professor Dr. H. Rettig

# **Über die Anwendung des Kyphometers nach DEBRUNNER zur Bestimmung von Krümmung und Beweglichkeit der Brustwirbelsäule**



Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
des Bereiches Humanmedizin  
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von  
Amos Weissmann  
aus Rehovoth/Israel

Gießen 1973



Dekan: Prof. Dr. Hj. Staudinger  
Referent: Prof. Dr. J. Eichler  
Korreferent: Prof. Dr. V. R. Ott

# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite:

|       |                                                                                                |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | EINLEITUNG                                                                                     | 1  |
| 2.    | LITERATURÜBERBLICK                                                                             | 4  |
| 2.1   | Winkelmesser                                                                                   | 4  |
| 2.11  | Pendelmeßgeräte                                                                                | 4  |
| 2.111 | Nivellierzirkel nach SCHULTHESS                                                                | 4  |
| 2.112 | Elkameter (Lot-Kompaß-Arthrometer) nach<br>HACKETHAL                                           | 4  |
| 2.113 | Hydrogoniometer nach RIPPSTEIN                                                                 | 5  |
| 2.12  | Winkelmesser nach BÖHM                                                                         | 5  |
| 2.2   | Konturenzeichner                                                                               | 6  |
| 2.21  | Der Bleidraht                                                                                  | 6  |
| 2.22  | Stäbchencyrtometer nach BELLY                                                                  | 6  |
| 2.23  | Konturenzeichner, die nach dem Meßprinzip<br>des Hutmacherapparates konstruiert sind           | 6  |
| 2.24  | Konturenzeichner, die nach dem Meßprinzip<br>des Storchenschnabelapparates konstruiert<br>sind | 7  |
| 2.25  | Kurvenlineal nach TIMM                                                                         | 7  |
| 2.3   | Metrische Meßmethoden                                                                          | 7  |
| 2.31  | Direkte Meßmethoden                                                                            | 8  |
| 2.311 | BELLY-KIRCHHOFF'scher Meßapparat                                                               | 8  |
| 2.312 | MIKULICZ-sches Skoliosometer                                                                   | 8  |
| 2.313 | Kyphosenindex nach MATTHIAS                                                                    | 8  |
| 2.314 | Rückenmeßgerät nach NEUGEBAUER                                                                 | 8  |
| 2.32  | Indirekte Meßmethoden                                                                          | 9  |
| 2.321 | Finger-Fußboden-Abstand                                                                        | 9  |
| 2.322 | SCHOBER'sches Zeichen                                                                          | 10 |
| 3.    | BESCHREIBUNG DES INSTRUMENTES                                                                  | 11 |
| 4.    | EIGENE UNTERSUCHUNGEN                                                                          | 14 |
| 4.1   | Anwendung des Kyphometers                                                                      | 14 |
| 4.2   | Prüfung der Anwendungsgrenzen des<br>Instrumentes                                              | 15 |

|     |                                                         |    |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 4.3 | Prüfung der Meßgenauigkeit des Instrumentes             | 24 |
| 4.4 | Mathematische und statistische Auswertung der Meßreihen | 24 |
| 5.  | BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE                              | 27 |
| 6.  | ZUSAMMENFASSUNG                                         | 31 |
| 7.  | TABELLARISCHER ANHANG                                   | 33 |
| 8.  | LITERATURVERZEICHNIS                                    | 51 |

## 1. E I N L E I T U N G

Zur Bestimmung der Bewegung einzelner Wirbelsäulenabschnitte sind bis heute noch keine Normalwerte bekannt. Das Gleiche gilt für die Ausmessung von Wirbelsäulenkrümmungen. Die Angaben der Autoren (BAKKE 1931, MATZEN 1958, HACKETHAL 1961, MATZEN 1967, DEBRUNNER 1971, CHAPCHAL 1971) beruhen auf verschiedenen Meßmethoden und weisen eine recht erhebliche Streuung der Normalwerte auf. Das Fehlen exakter Winkelmaße für die Beweglichkeit einer gesunden Wirbelsäule stellt den Gutachter bei der Beurteilung einer Erwerbsfähigkeit eines Patienten vor besondere Probleme, denn oftmals ist die Beweglichkeit der Wirbelsäule erheblich eingeschränkt und stellt einen entscheidenden Faktor bei der Einschätzung der Erwerbsfähigkeit dar.

Auch die Einstellungsuntersuchung Jugendlicher nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz stellt uns vor das gleiche Problem. Nach WAGNER (1971) wurden bei etwa 20 % von ca. 800 000 Erstuntersuchungen Befunde erhoben, die eine Eingliederung in einen Beruf mit schwerer körperlicher Belastung verbieten. In der Mehrzahl dieser Befunde lagen zwar nur Haltungsschwächen oder Haltungsschäden vor, in dem Erhebungsbogen besteht aber nur die Möglichkeit über die Wirbelsäule drei Angaben zu machen: Normal, deformiert oder schmerzhaft. Diese Unzulänglichkeit amtlicher Erhebungsbogen dokumentiert indirekt das Fehlen exakter Meßverfahren.

Auch betriebsärztliche Untersuchungen bei der Einstellung von Schwerarbeitern erfordern eine genaue Beurteilung der Wirbelsäulenbeweglichkeit, denn es ist aus der Literatur bekannt, daß bei Schwerarbeitern die Häufigkeit pathologischer Wirbelsäulenveränderungen besonders groß ist (SCHLOMKA 1957, CHRIST und DEPUIS 1968, MAGORA und TAUSTEIN 1969). Das Gleiche gilt für Kraftfahrer

(JUNGHANNS 1955, HESS 1961, KENDALL 1967, ROSEGGER 1970) und für Führer schwerer Baumaschinen (KUNZ 1969), obwohl diese Berufe nicht von den Arbeitsmedizinern den Schwerarbeitern zugerechnet werden. Die Definition der Arbeitsschwere berücksichtigt allein den Kalorienverbrauch während der Arbeit. Andere Faktoren wie Erschütterungen, Vibrationen, Schwingungen und ähnliche ungünstige Umweltbedingungen, die besonders mit einer vermehrten Belastung der Wirbelsäule verbunden sind, werden noch nicht berücksichtigt.

Für die orthopädische Begutachtung fehlt besonders eine Liste über den Grad der Wirbelsäulenbelastung, aus der hervorgeht, welche Berufe von Jugendlichen mit bestimmten Wirbelsäulenschäden nicht erlernt werden sollen (EICHLER 1971). Für diese Listen sind aber wieder die normalen Bewegungswerte der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule von grundlegender Bedeutung.

Röntgenaufnahmen sollen wegen der Strahlenbelastung (RAUSCH 1970), der pathologischen Röntgenbefunde bei gesunden Personen (SCHULTZE 1969) und der begrenzten Aussagefähigkeit (ERDMANN 1965), nur bei strenger Indikation durchgeführt werden.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit von praktischen und genauen klinischen Meßgeräten, womit Wirbelsäulendeformitäten und Bewegungseinschränkungen leicht objektiviert werden können.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Anwendung eines neu entwickelten Meßinstrumentes, des Kyphometers nach DEBRUNNER. In der vorliegenden Abhandlung wird versucht, die besonderen Eigenschaften dieses Meßgerätes im Vergleich zu anderen Meßinstrumenten darzustellen. Desgleichen soll die Aussagefähigkeit der Messungen anhand von Berechnungen der methodischen Fehlerbreite erarbeitet werden. Sämtliche Untersuchungen wurden in der Orthopä-

dischen Klinik der Universität Gießen durchgeführt.

## 2. L I T E R A T U R Ü B E R B L I C K

Die in der Literatur erwähnten Meßverfahren und Meßgeräte zur Bestimmung der Form und Beweglichkeit der Wirbelsäule lassen sich nach folgenden Gruppen unterteilen:

### 2.1 Winkelmesser

#### 2.11 Pendelmeßgeräte

Die Geräte bestehen im Prinzip aus einem Halbkreis mit Gradeinteilung und einem Pendel.

##### 2.111 Nivellierzirkel nach SCHULTHESS (1905)

Dieser ist nach Art eines Tastzirkels konstruiert. Als Pendel dient ein Lot. Beim Anlegen der beiden Schenkel auf zwei Punkte, die in verschiedener Höhe liegen, gibt das Instrument die Niveaudifferenz zwischen den beiden Punkten an.

##### 2.112 Elkameter (Lot-Kompaß-Arthrometer) nach HACKETHAL (1961)

Das Elkameter nach HACKETHAL hat neben dem Lotzeiger auch eine Kompaßnadel. Dadurch können nicht nur Bewegungen in frontaler oder sagittaler Ebene bestimmt werden. Mit dem Kompaßzeiger können auch Bewegungen in transversaler Ebene gemessen werden. Das Elkameter wiegt 35 Gramm und kann an dem Körper mit Gummisaugnäpfen befestigt werden. Die Skala läßt sich nach Bedarf justieren.

Um zum Beispiel die sagittale Beweglichkeit der Rumpfwirbelsäule zu bestimmen, wird folgendes Verfahren benutzt: Ein Elkameter (Zeiger-Elkameter) wird im Bereich zwischen dem siebten Halswirbel und dem ersten Brustwirbel fixiert.

Ein zweites Elkameter (Null-Elkameter) wird am Kreuzbein befestigt.

Vorher werden mit Hilfe des Zirkel-Elkameters die vertikalen Abweichungen der Beckeneingangsebene und der Brustkorbeingangsebene bestimmt. Nach der Definition befinden sich die beiden Ebenen in der Nullstellung bei einem Eingangswinkel von  $60^{\circ}$  des Beckens und  $65^{\circ}$  des Brustkorbs. Je nach dem, ob die gemessenen Winkel kleiner oder größer sind, wird die Differenz zum Bewegungswert addiert oder subtrahiert und das Elkameter entsprechend justiert. Die Differenz zwischen dem Meßwert des Zeiger-Elkameters und dem des Null-Elkameters ergibt in Graden das Ausmaß der Rumpfwirbelsäulenbewegung in sagittaler Ebene. Das Elkameter stellt ein ideales Meßgerät für die Bewegung in der Frontal- und Sagittalebene dar. Die Bewegungen in der Transversalebene lassen sich erst nach Auspendeln der Kompaßnadel bestimmen. Dies ist jedoch für die Praxis zu zeitraubend.

### 2.113 Hydrogoniometer nach RIPPSTEIN (1963)

Bei dem Hydrogoniometer nach RIPPSTEIN pendelt der Zeiger, der mit einem Schwimmkörper versehen ist, in einem mit Flüssigkeit gefüllten durchsichtigen Gehäuse. Der Schwimmkörper, welcher der Luftblase einer Wasserwaage entspricht, bleibt somit bei allen Bewegungen in der Lotrichtung stehen und damit werden alle gemessenen Winkel in Beziehung zur Senkrechten an einer Skala abgelesen.

### 2.12 Winkelmesser nach BÖHM

Dieses Instrument wurde für die Bestimmung der Vor- und Seitneigung der Lendenwirbelsäule konstruiert. Es besteht aus zwei hintereinander stehenden Metallstäben, von denen der dorsale mit einem querverlaufenden Holm im rech-

ten Winkel fixiert ist. Der ventrale elastische Stab ist beweglich gestaltet.

Das Gerät wird am Becken fixiert um die Hüftbewegung auszuschalten. Bei der Prüfung der Seitneigung führt man im gleichen Maße, wie der Patient seine Lendenwirbelsäule und untere Brustwirbelsäule nach seitwärts neigt, die beiden Stäbe mit und das Bewegungsausmaß wird an einer Skala abgelesen. Bei der Neigung nach vorn wird der ventrale Stab von dem Untersucher im gleichen Maße, wie die Wirbelsäule flektiert wird, von dem senkrecht bleibenden dorsalen Stab entfernt. Das Ergebnis wird an einer zweiten Skala abgelesen.

## 2.2 Konturenzeichner

Die Krümmungen der Wirbelsäule werden auf eine Tafel übertragen und erst dann können Messungen nach beliebigen Methoden vorgenommen werden.

### 2.21 Der Bleidraht

Aufgrund seiner Flexibilität folgt er genau Krümmungen, so daß diese leicht auf Papier übertragen werden können.

### 2.22 Stäbchencyrtometer nach BELLY

Es besteht aus mehreren miteinander verbundenen Stäbchen, die sich gegeneinander verschieben lassen.

Mit diesem Instrument kann man die Krümmungen der Wirbelsäule gut abtasten und anschließend auf Papier übertragen.

### 2.23 Konturenzeichner, die nach dem Prinzip des Hutmacherapparates konstruiert sind

Mit Hilfe von Meßstäbchen, die in horizontale und vertikale Richtung verstellbar sind und die an den Körper angeschoben werden, kann man Punkte bestimmen, wonach ein

Projektionsbild in einer frontalen und sagittalen Ebene abgebildet wird. Hierzu gehören zum Beispiel die Meßapparate nach ZANDER (1893) und nach GHILLINI (1899).

## 2.24 Konturenzeichner, die nach dem Prinzip des Storchenschnabelapparates konstruiert sind

Hierzu gehören zum Beispiel der SCHENK'sche Meßapparat und der HÜBSCHER'sche Thoracograph, bei denen das Projektionsbild in einer horizontalen Ebene liegt. Mit dem Meßapparat nach SCHULTHESS (1905) können auch Projektionsbilder in frontaler und sagittaler Ebene abgebildet werden. Mit dem Konturograph nach LEKSZAS und NIEKE (1970) werden die Krümmungen der Wirbelsäule vom 7. Halswirbel bis zum Steißbein in der sagittalen Ebene abgebildet. Die Abstände zwischen dem Kyphosenscheitel und dem Lordosenscheitel zur Verbindungslinie vom 7. Halswirbel bis zum Steißbein werden als Kyphosentiefe bzw. Lordosentiefe bezeichnet.

## 2.25 Kurvenlineal nach TIMM (1969)

Das Kurvenlineal besteht aus einem 50 cm langen plastischen Körper. An seinem unteren Ende ist ein kleiner Pendelwinkelmesser befestigt. Das Lineal wird an der Wirbelsäule von der Gesäßfalte an nach oben zu angelegt, wobei das Ende mit dem Pendelwinkelmesser auf dem Kreuzbein liegt und seine Neigung anzeigt. Nach dem so geformten Lineal wird die Form der Wirbelsäule in den verschiedenen Körperhaltungen auf Papier übertragen. Die entsprechende Neigung des Kreuzbeines wird daneben eingetragen. Mit Hilfe des Kurvenlineals kann man auch die Wirbelsäulenkrümmungen in transversaler Ebene exakt bestimmen.

## 2.3 Metrische Meßmethoden

## 2.31 Direkte Meßmethoden

### 2.311 BELLY-KIRCHHOFF'scher Meßapparat (1892)

Das Gerät besteht aus einem mit Zentimereinheiten graduiertem Lot, das am Hals befestigt wird und hinter dem Rücken herabhängt. Der Abstand des Lotes von den vorstehenden Krümmungen der Wirbelsäule läßt sich durch horizontales Ziehen des Lotes in Höhe des Halses leicht ablesen.

### 2.312 MIKULICZ'sches Skoliosometer (1883)

Es besteht aus einem Stahlmeßband, das an der Mittellinie des Rückens senkrecht befestigt wird und aus einem anderen zu ihm rechtwinklig verstellbaren Stahlmeßband, das die seitliche Abweichung der Wirbelsäule von der Senkrechten messen kann.

### 2.313 Kyphosenindex nach MATTHIAS (1968)

Nach MATTHIAS kann man eine Kyphose durch die Relation zwischen dem lotgerechten Abstand vom 7. Halswirbel zum Beckenkamm (A) und der Bandmaßstrecke zwischen diesen beiden Punkten (B) objektivieren. Die Bandmaßstrecke wird durch genaues Anlegen des Meßbandes an die Dornfortsätze bestimmt. Je stärker die Kyphose ist, desto länger wird diese Strecke. Mit diesen beiden Werten errechnet MATTHIAS den Kyphosenindex (K.I.). Die Formel dieses Indexes lautet:

$$K.I. = \frac{(A^2 - B^2) - (A + B)}{A - B}$$

### 2.314 Rückenmeßgerät nach NEUGEBAUER (1970)

Es besteht aus einem vertikalen Meßstab, worauf zwei wei-

tere horizontal verstellbare Meßstäbe montiert sind. Bei der Messung wird der vertikale Meßstab an den Kyphosenscheitel angelegt und mit Hilfe eines Lotes senkrecht gestellt. Der kaudale horizontale Meßstab wird bis zum tiefsten Punkt der Lordose verschoben, der proximale Meßstab auf den 7. Halswirbel zentriert. Man bekommt auf diese Weise drei Meßwerte:

1. Der Abstand vom lotgerechten Meßstab bis zum 7. Halswirbel (a).
2. Der Abstand vom lotgerechten Meßstab bis zum tiefsten Punkt der Lordose (b).
3. Die Strecke zwischen den beiden horizontalen Meßstäben (l).

Unter der Voraussetzung, daß die abgegrenzte Krümmung als Kreisbogen vereinfacht werden kann, kann man den Zentriwinkel ( $\beta$ ) dieser Krümmung mit Hilfe der Trigonometrie errechnen.

$$\frac{l}{a + b} = \operatorname{ctg} \frac{\beta}{4}$$

Das Verhältnis zwischen diesem Winkel und einem errechneten Normwert ( $40^\circ$ ) nennt NEUGEBAUER Rückenindex. Seine Formel lautet:

$$\text{R.I.}(40^\circ) = \frac{\beta}{40}$$

## 2.32 Indirekte Meßmethoden

### 2.321 Finger-Fußboden-Abstand

Der Patient wird aufgefordert, bei gestreckten Kniegelenken den Oberkörper nach vorn zu beugen und mit den

Fingerspitzen lotrecht auf den Fußboden zu zeigen. Die Differenz zwischen Fingerspitzen und Fußboden stellt den Finger-Fußboden-Abstand dar. Diese Methode ist sehr unzuverlässig. Bei versteiften Hüftgelenken und guter Wirbelsäulenbeweglichkeit kann ein niedriger Wert vorliegen; dies aber auch bei schlechter Wirbelsäulenbeweglichkeit und überbeweglichen Hüftgelenken.

### 2.322 SCHOBER'sches Zeichen

Auch das SCHOBER'sche Zeichen dient zur indirekten Bestimmung der Lendenwirbelsäulenbeweglichkeit. Mit einem Fettstift wird der Dornfortsatz von S 1 markiert, ein zweiter Strich wird genau 10 cm darüber gesetzt. Durch Ventralbeugung der Wirbelsäule vergrößert sich der Abstand um etwa 5 cm (SCHOBER 10 : 15 cm). Diese Angabe ist etwas genauer als die Messung der Wirbelsäulenbeweglichkeit nach dem Finger-Fußboden-Abstand.

Das Kyphometer nach DEBRUNNER wird im folgenden Abschnitt ausführlich beschrieben. Es ist für die Messung der Brustkyphose und Brustwirbelsäulenbeweglichkeit konstruiert. Im Gegensatz zu den Winkelmessern, die eine Verschiebung der Grenzsegmente der Krümmung in Beziehung zum Lot angeben, ist es mit diesem Apparat möglich, die Krümmung insgesamt als Bogen zu erfassen und sie in Graden anzugeben.

### 3. BESCHREIBUNG DES INSTRUMENTES

Das Kyphometer nach DEBRUNNER ist nach Art eines Zirkels konstruiert. Es besteht aus zwei verstellbaren, rechteckigen Füßen, die auf der Brustwirbelsäule angelegt werden. Über Parallelführung der Schenkel wird die Lage des einen Fußes auf die Skala, die des anderen Fußes auf den Zeiger übertragen (Abb. 1 - 3).

Abb. 4 zeigt die Messung der Brustwirbelsäule in Ruhehaltung, Vorneigung und Rückneigung.

Der am Instrument abgelesene Winkel  $\alpha$  wird durch zwei Tangenten (AC und BC) zur Krümmung  $K_1$  gebildet (Abb. 5, S. 17). Diese Tangenten berühren die Krümmung in den Punkten A und B. Jeder Berührungspunkt befindet sich unmittelbar unter dem Mittelpunkt der unteren Fläche des entsprechenden Fußes.

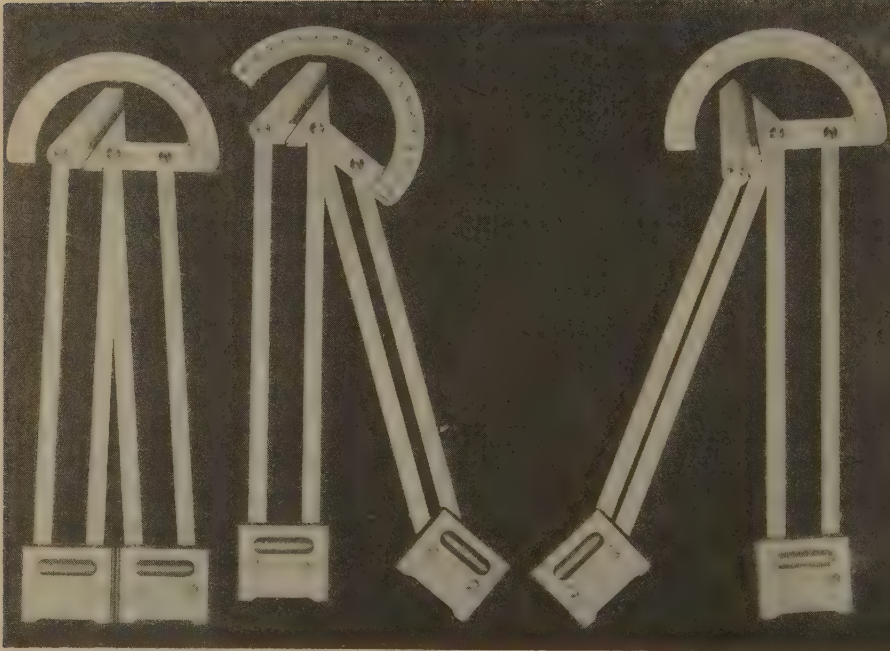


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 1: Das Kyphometer nach DEBRUNNER in Nullstellung.

Abb. 2: Durch Änderung der Lage eines Fußes gegen die Ebene verschiebt sich die Skala, wobei der Zeiger in der ursprünglichen Stellung bleibt (Abb. 1). Das Instrument zeigt einen Winkel von  $40^{\circ}$ .

Abb. 3: Durch Änderung der Lage des zweiten Fußes gegen die Ebene verschiebt sich der Zeiger entlang der Skala und zeigt auch diesmal einen Winkel von  $40^{\circ}$ . Die Skala bleibt dabei in ihrer ursprünglichen Stellung (Abb. 1).

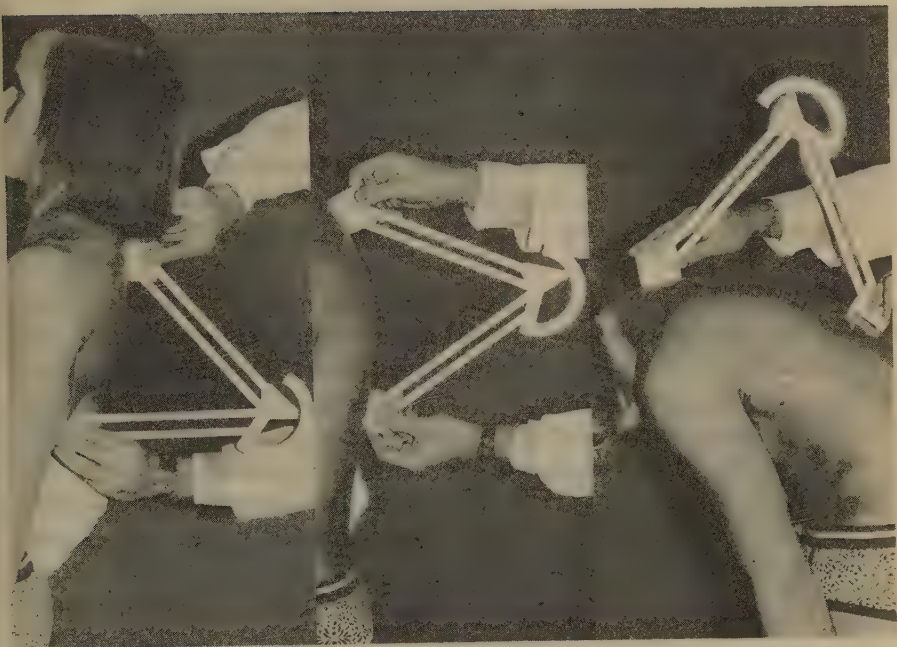


Abb. 4: Messung der Brustwirbelsäule in Rückneigung, Ruhehaltung und Vorneigung mit dem Kyphometer nach DEBRUNNER. Die äußere Kante des oberen Fußes berührt den Dornfortsatz des 1. Brustwirbels, die des unteren Fußes den Dornfortsatz des 12. Brustwirbels.

#### 4. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

##### 4.1 Anwendung des Kyphometers

Vor dem Anlegen des Kyphometers auf dem Rücken werden die Dornfortsätze des ersten und des zwölften Brustwirbels mit einem Querstrich markiert. Die Füße des Instrumentes werden so angelegt, daß die äußeren Kanten der Füße die Striche berühren.

Der Dornfortsatz des 12. Brustwirbels läßt sich nicht immer leicht finden. Je nach der individuellen Beschaffenheit der Wirbelsäule versucht man den Dornfortsatz des 12. Brustwirbels durch Abzählen der Dornfortsätze der Wirbel oberhalb oder unterhalb des 12. Brustwirbels. Als Anhaltspunkte benutzt man den 7. Halswirbel, oder die Verbindungslinie der Darmbeinkämme, die den Dornfortsatz des 4. Lendenwirbels schneidet.

Nach Angaben von WOLFF kann man mit seinem Spinameter den Dornfortsatz des 12. Brustwirbels schnell lokalisieren. Das Spinameter besteht aus einem 53,5 cm langen und 3 cm breiten Gummiband, auf dem die Lage der Dornfortsätze von Hals-, Brust- und Lendenwirbeln durch Querstriche markiert ist. Das Spinameter wird von der Protuberantia occipitalis externa bis zur Spitze der Gesäßfurche angelegt. Größenunterschiede der Wirbelsäule werden durch verringerte oder vermehrte Spannung ausgeglichen. Die einzelnen Marken des Spinameters haben wir mit Heftklammern versehen, um die Aussagekraft des Gerätes anhand von Wirbelsäulenganzaufnahmen zu kontrollieren. Dabei ergab sich, daß die Metallmarken nur selten mit den angegebenen Dornfortsätzen übereinstimmten. Aus diesem Grund läßt sich das Spinameter nach WOLFF nicht zur Lokalisierung des Dornfortsatzes vom 12. Brustwirbelkörper verwenden.

#### 4.2 Prüfung der Anwendungsgrenzen des Instrumentes

Wenn auf dem Berührungspunkt jeder Tangente mit der Krümmung eine Senkrechte konstruiert wird, dann bilden die beiden Senkrechten (AM und MB) den Winkel  $\alpha_1$ , der dem Winkel  $\alpha$  gleicht, da die beiden Winkel von  $180^\circ - \angle ACB^\circ$  sind ( $\angle CAM = 90^\circ$  und  $\angle CBM = 90^\circ$ ), (Abb. 6, S.18 ).

In der Abb. 7 (S.19) kann man sehen, daß die Krümmungen  $K_1$  und  $K_2$  den gleichen Winkel haben, obwohl sie sich in Form und Höhe voneinander unterscheiden.

Das beruht auf der Tatsache, daß die Grenzstrecken, worauf das Instrument angelegt wird, den beiden Kurven gemeinsam sind. Dies bedeutet darauf hin, daß zum gleichen Winkel eine unendliche Zahl von Krümmungsformen gehören kann.

Tatsächlich kann das Instrument nur Kreisbögen eindeutig beschreiben.

In Abb. 8 (S.20) wird der Bogen  $\widehat{B}$  eines Kreises mit Hilfe dieses Instrumentes gemessen.

Die Senkrechten, die aus den Berührungspunkten der Tangenten mit dem Bogen konstruiert werden, sind nichts anderes als die Radien des Kreises, zu dem dieser Bogen gehört (nach dem geometrischen Satz, daß der Berührungsradius einer Tangente senkrecht auf der Tangente steht). Der Winkel, der von diesen beiden Radien gebildet wird, beschreibt den entsprechenden Bogen in Graden und ist am Instrument abzulesen. Im Gegensatz zu Krümmungen, die nicht einem Kreis zugehören, kann durch die Grenzpunkte A und B bei einem Winkel  $\alpha$  nur ein bestimmter Kreisbogen begrenzt werden.

Infolgedessen wäre die Verwendung des Instrumentes zwecks vergleichender Information nur dann gerechtfertigt, wenn

die gemessenen Krümmungen sich in ihrer Form einem Kreisbogen annäherten.

Es stellt sich also die Frage, inwieweit die Krümmungen der Brustwirbelsäule in Ruhehaltung, Vorneigung und Rückneigung der Form eines Kreisbogens gleichkommen. Als Maß für diese Annäherung wird die Differenz  $H - h$  zwischen der maximalen Höhe des Kreisbogens und der maximalen Höhe der Krümmung, die gemeinsam eine Sehne  $S$  und einen Winkel  $\alpha$  haben (Abb. 9, S.21) angenommen.

Bei 10 Patienten mit gesunder Wirbelsäule wurde die Krümmung der Brustwirbelsäule vom 1. bis zum 12. Brustwirbel mit Hilfe eines Lötdrahtes in Ruhehaltung, Vorneigung und Rückneigung auf Papier übertragen (Abb. 10 a und 10 b, S.22,23). Gleichzeitig wurde jede Krümmung mit dem Kyphometer gemessen. Die Strecke zwischen den beiden Grenzpunkten der Krümmung ( $S$ ) und die maximale Höhe der Krümmung ( $h$ ) wurden gemessen, während die maximale Höhe des Kreisbogens ( $H$ ) durch trigonometrische Rechenverfahren errechnet wurde (Abb. 9, S. 21).

Die Differenz zwischen den beiden Höhen ( $H - h$ ) wird durch Subtraktion errechnet.

Die Meßwerte und die errechneten Werte sind in Tab. 1 - 3 (s. Anhang) zusammengefaßt. Der mittlere  $H - h$  in Ruhehaltung beträgt 0,3 cm, in Vorneigung 0,1 cm und in Rückneigung 0,2 cm.

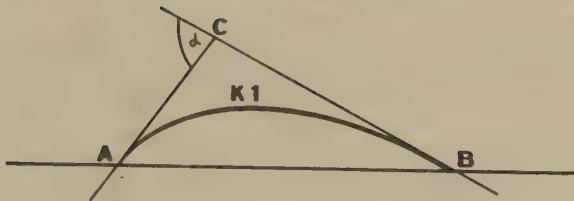


Abb. 5: Die geometrischen Grundlagen des Kyphometers nach DEBRUNNER.  
Die Punkte A und B der Krümmung  $K_1$  befinden sich unmittelbar unter dem Mittelpunkt der unteren Fläche des entsprechenden Fußes.  
Die Tangenten AC und BC zur Krümmung in den Punkten A und B beschreiben den Winkel  $\alpha$ . Dieser Winkel wird am Instrument abgelesen.

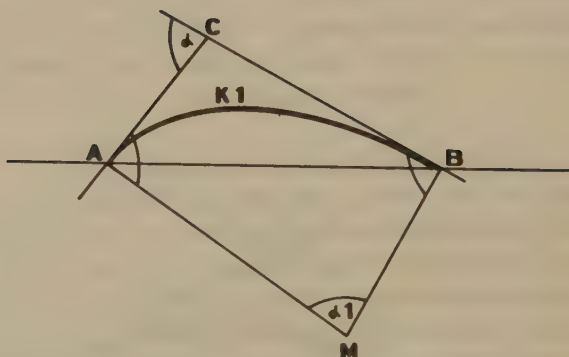


Abb. 6: Auf den Berührungspunkten der Tangenten AC und BC mit der Krümmung  $K_1$  wurden zwei Senkrechten, AM und BM konstruiert ( $\angle CAM$  und  $\angle CBM$  sind also jeweils von  $90^\circ$ ). Diese Senkrechten beschreiben einen Winkel  $\alpha_1$ , der dem Winkel  $\alpha$  gleicht ( $180 - \angle ACB = \alpha = \alpha_1$ ).

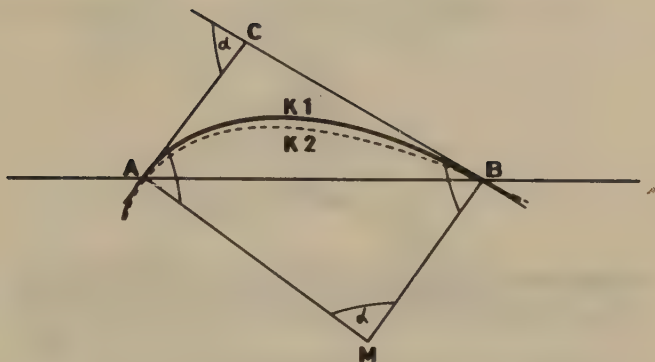


Abb. 7: Messung von zwei verschiedenen Krümmungen, die aber gemeinsame Grenzsegmente haben. Das Instrument gibt für Krümmungen  $K_1$  und  $K_2$  den gleichen Meßwert  $\alpha$  an, da die beiden Krümmungen gemeinsame Grenzpunkte haben.

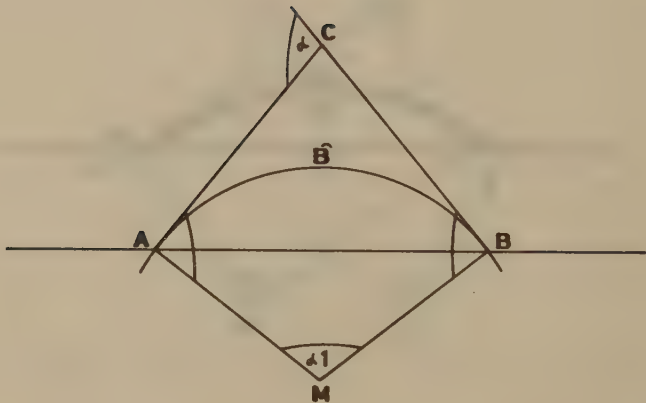


Abb. 8: Messung eines Kreisbogens.  
Das Kyphometer nach DEBRUNNER gibt für den Kreisbogen  $\widehat{B}$  einen bestimmten Winkel  $\alpha$  an. Da es sich um Kreisbogen handelt, ist dieser Winkel nur für einen bestimmten Kreisbogen charakteristisch.



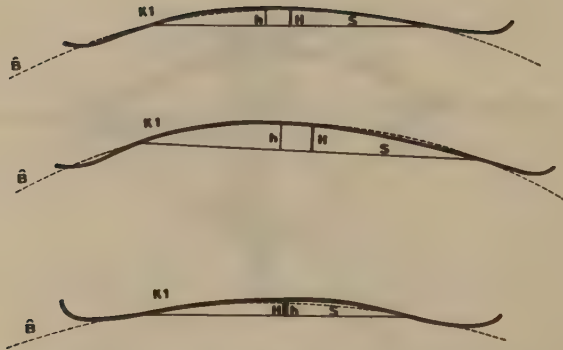


Abb. 10 a: Die Brustwirbelsäulenkrümmung  $K_1$  und ihr entsprechender Kreisbogen  $\hat{B}$  in Ruhehaltung, in maximaler Rückneigung bei einem 12-jährigen Kind.  
S: Die gemeinsame Sehne, H: Höhe des Kreisbogens, h: Höhe der Krümmung.

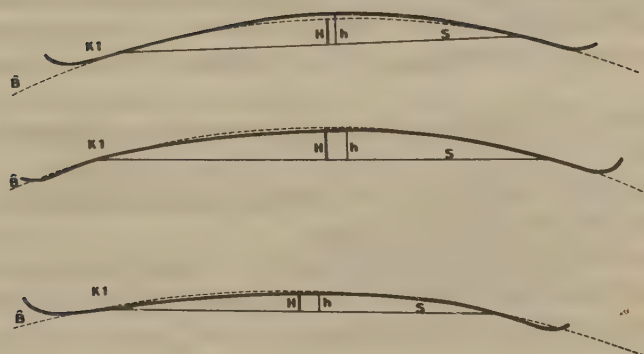


Abb. 10 b: Die Brustwirbelsäulenkrümmung  $K_1$  und ihr entsprechender Kreisbogen  $\hat{B}$  in Ruhehaltung, in maximaler Vorneigung und in maximaler Rückneigung bei einem 30-jährigen Mann.  
 S: Die gemeinsame Sehne,  
 H: Höhe des Kreisbogens,  
 h: Höhe der Krümmung.

#### 4.3 Prüfung der Messgenauigkeit des Instrumentes

Die Meßgenauigkeit des Instrumentes wurde bei drei Körperhaltungen der Patienten geprüft: In Ruhehaltung, in maximaler Vorneigung und in maximaler Rückneigung.

Während der Messung treten besonders zwei Fehlerquellen auf:

Die erste beruht auf der Handhabung des Instrumentes und dem Ablesen der Ergebnisse.

Die zweite Fehlerquelle betrifft die Mitarbeit des Patienten bzw. sein Verständnis und guten Willen für die genaue Wiederholung der Bewegungen bei der Untersuchung.

Es wurden zwei Meßreihen durchgeführt:

Die erste Meßreihe umfaßte 10 Patienten. Es wurden dabei jeweils 5 Messungen hintereinander durchgeführt und zwar: In Ruhehaltung, anschließend in Vorneigung und zuletzt in Rückneigung (Tab. 4 - 13, s. Anhang).

Im zweiten Kollektiv wurden an 8 Patienten 10 Messungen durchgeführt. Dieses Mal betrugen aber die Pausen zwischen den Messungen mehrere Stunden (Tab. 14 - 21, s. Anhang).

#### 4.4 Mathematische und statistische Auswertung der Meßreihen

In Tab. 22 - 27 (s. Anhang) sind die statistischen Werte der beiden Meßreihen zusammengefaßt.

Die maximale Differenz ( $X_{\max.} - X_{\min.}$ ) ist die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Meßwert der Meßreihe und gibt einen groben Hinweis über die Streuung der Meßwerte in der Reihe.

Der mittlere Fehler der Einzelmessung ( $S$ ) ist ein genau mathematisch definiertes Maß für die Streuung der Meßwerte

um den Mittelwert. Er dient hier als Maß der Genauigkeit der durchgeführten Methode. Je dichter die Ergebnisse der wiederholten Messungen aneinander stehen, desto präziser ist die Methode.

Der Variations-Koeffizient (VK) drückt den mittleren Fehler der Einzelmessung in Prozentsatz des Mittelwertes aus. Er dient dem Vergleich zwischen den Streuungen von Meßreihen, die verschieden große Mittelwerte haben. Es ist bekannt, daß durchschnittlich größere Maße auch einen größeren mittleren Fehler zeigen (MITTENECKER 1963).

Die Berechnung von S und VK erfolgte nach folgenden Formeln (RICHTERICH 1968):

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - N\bar{x}^2}{N - 1}}$$

$$VK = \frac{S \cdot 100}{\bar{x}}$$

$x$  = Der Einzelmeßwert der Meßreihe.

$\bar{x}$  = Das arithmetische Mittel der Meßreihe.

$N$  = Der Meßreihenumfang.

$S$  = Der mittlere Fehler der Einzelmessung.

$VK$  = Der Variations-Koeffizient.

Die Durchschnittswerte der Statistiken der beiden Meßreihen ( $\overline{X_{\max.} - X_{\min.}}$ ,  $\overline{S}$  und  $\overline{VK}$ ) sind in Tabellen I und II zusammengefaßt.

Tab. I: Zusammenfassung der Durchschnittswerte der Statistiken ( $\overline{X_{\max.} - X_{\min.}}$ ,  $\overline{S}$  und  $\overline{VK}$ ) bei den Meßreihen, in denen die Messungen hintereinander wiederholt wurden.

|             | $\overline{X_{\max.} - X_{\min.}}$ | $\overline{S}$ | $\overline{VK}$ |
|-------------|------------------------------------|----------------|-----------------|
| Ruhehaltung | 4,80°                              | 1,98°          | 6,29 %          |
| Vorneigung  | 3,10°                              | 1,39°          | 2,80 %          |
| Rückneigung | 7,70°                              | 3,12°          | 17,69 %         |

Tab. II: Zusammenfassung der Durchschnittswerte der Statistiken ( $\overline{X_{\max.} - X_{\min.}}$ ,  $\overline{S}$  und  $\overline{VK}$ ) bei den Meßreihen, in denen die Messungen mit Zwischenpausen wiederholt wurden.

|             | $\overline{X_{\max.} - X_{\min.}}$ | $\overline{S}$ | $\overline{VK}$ |
|-------------|------------------------------------|----------------|-----------------|
| Ruhehaltung | 6,37°                              | 3,24°          | 6,31 %          |
| Vorneigung  | 5,62°                              | 2,09°          | 4,14 %          |
| Rückneigung | 12,62°                             | 4,21           | 57,28 %         |

Die Mittelwerte aus über 400 Messungen der Brustwirbelsäule an Patienten mit gesunder Wirbelsäule betragen bei Jugendlichen und Erwachsenen 35° in Ruhehaltung, 50° in Vorneigung und 25° in Rückneigung. Bei Kindern betragen sie in Ruhehaltung 25°, in Vorneigung 40° und in Rückneigung 15°.

## 5. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Zunächst sollen die methodischen Fehler des Kyphometers nach DEBRUNNER besprochen werden.

Wie schon erwähnt wurde, wird mit Hilfe des Kyphometers die Gradmessung eines Kreisbogens durchgeführt. Da die Krümmung der Brustwirbelsäule jedoch keinen echten Kreisbogen darstellt, muß von vornherein ein methodischer Fehler in Kauf genommen werden. Um ein ungefähres Maß dieser Abweichung festzustellen, wurde die maximale Höhe der Brustwirbelsäulenkrümmung mit der maximalen Höhe eines entsprechenden Kreisbogens verglichen, der von den Grenzpunkten der Krümmung begrenzt ist und den gleichen Meßwert ( $\alpha$ ) hat (Abb. 9, S. 21).

Dieses Vergleichsverfahren ist vom orthopädischen Standpunkt aus gerechtfertigt, denn bei der Ausmessung einer Kyphose ist der Abstand des Scheitelpunktes der Kyphose von der Frontalebene entscheidend. Wir konnten berechnen, daß sich die wirkliche Krümmung nur sehr wenig von ihrem entsprechenden Kreisbogen bezüglich der maximalen Höhe unterscheidet. Mit anderen Worten: Man kann die Krümmung der Brustwirbelsäule durch ihren entsprechenden Kreisbogen unter geringem Vorbehalt ausmessen.

Die Höhenunterschiede der Brustwirbelsäule zum Kreisbogen betrugen in Ruhehaltung 0,3 cm, in Vorneigung 0,1 cm und in Rückneigung 0,2 cm. Daraus läßt sich schließen, daß in Vorneigung die Form der Brustwirbelsäule am ehesten einem Kreisbogen entspricht.

Ein weiterer methodischer Fehler bei der Anwendung des Kyphometers nach DEBRUNNER liegt in der schlechten Lokalisationsmöglichkeit des Dornfortsatzes vom 12. Brustwirbel. Wir versuchten diesen Dornfortsatz mit Hilfe des Spinalmeters nach WOLFF zu lokalisieren. Entsprechende Röntgenkontrollaufnahmen ergaben aber eine grobe Ungenauigkeit des Spinalmeters. Zur Zeit bleibt das Abzählen der

Dornfortsätze das sicherste Verfahren. Da sich beide Darmbeinkämme etwa in Höhe des Dornfortsatzes des 4. Lendenwirbels befinden, müssen nur 4 Dornfortsätze gezählt werden, um den untersten Dornfortsatz der Brustwirbelsäule sicher zu lokalisieren.

Die Untersuchungen konnten zeigen, daß die Meßwerte gut reproduzierbar sind, wenn die wiederholten Messungen gleich hintereinander folgen.

In diesen Meßreihen beträgt der durchschnittliche Variations-Koeffizient in Ruhehaltung 6,29 %, in Vorneigung 2,80 % und in Rückneigung 17,69 %. Dies deutet auch darauf hin, daß der Patient die maximale Vorneigung relativ besser wiederholen kann; die maximale Rückneigung wird dagegen oft unterschiedlich ausgeführt.

In den anderen Meßreihen, bei denen die Messungen mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden, zeichnet sich eine geringere Meßgenauigkeit im Vergleich zu den ersten Meßreihen ab. Die mittlere Streuung ( $\bar{S}$ ) liegt aber noch in der Nähe der Toleranzgrenzen ( $\pm 1,8^\circ - 2,8^\circ$ ), die von DEBRUNNER (1968) für Winkelmessungen errechnet wurden.

Auch hier sind die Verhältnisse zwischen den drei Körperhaltungen ähnlich:

Der durchschnittliche Variations-Koeffizient beträgt in Ruhehaltung 6,31 %, in Vorneigung 4,14 % und in Rückneigung 57,28 %.

Daß die Rückneigung am schlechtesten reproduzierbar ist, scheint auf der Tatsache zu beruhen, daß die Patienten diese Bewegung im Leben am wenigsten ausführen und sich daher unsicher fühlen.

Unter den Meßinstrumenten und Meßtechniken, die die Krümmung der Wirbelsäule in den verschiedenen Körperhaltungen zahlenmäßig dokumentieren, zeichnet sich das

Kyphometer nach DEBRUNNER dadurch aus, daß es am einfachsten zu handhaben ist. Außerdem werden die Meßergebnisse am Instrument sofort ohne zusätzliche Zeichnungen oder Berechnungen abgelesen.

Im Gegensatz zu diesem Instrument messen die Pendelmeßgeräte wie der Nivellierzirkel nach SCHULTHESS (1905), das Elkameter nach HACKETHAL (1961), das Hydrogoniometer nach RIPPSTEIN (1963) und der Winkelmesser nach BÖHM (1960) den Winkel bei Ruhe und Bewegung in Relation zum Lot. Die letzten drei Instrumente können aber zusätzlich auch seitliche Bewegungen der Wirbelsäule messen und das Elkameter dank seines Kompaßzeigers sogar auch Drehbewegungen. Die Messung mit ihnen dauert aber viel länger als mit dem Kyphometer nach DEBRUNNER.

Die Konturenzeichner, wie der einfache Bleidraht, das Kurvenlineal nach TIMM (1969), das Stäbchencyrtometer nach BELLY, die komplizierten Meßapparate von ZANDER (1893), GHILLINI (1899), SCHENK, HÜBSCHER, SCHULTHESS (1905) und der zuletzt erschienene Konturograph nach LEKSZAS und NIEKE (1970) tasten zwar die Krümmungen der Wirbelsäule exakt ab, aber die gemessenen Kurven können nicht sofort in Winkelgraden abgelesen werden.

Die metrischen Meßgeräte, wie der BELLY-KIRCHHOFF'sche Meßapparat (1892), das MIKULICZ'sche Skoliosometer, das Rückenmeßgerät nach NEUGEBAUER (1970) und die Meßmethode nach MATTHIAS (1968) geben bestimmte Distanzen vom Lot als Charakteristikum für die Krümmung an. Bei den letzten zwei Meßmethoden werden auch Relationen von bestimmten Distanzen als Index betrachtet. Die Durchführung dieser Meßmethoden dauert aber zu lang. Außerdem geben sie keine optische Darstellung der gemessenen Krümmung.

Zum Schluß können wir sagen, daß für die Messungen der Brustwirbelsäulenkrümmung in Ruhe und Bewegung sich das Kyphometer nach DEBRUNNER besonders gut eignet; es bringt

die folgenden wichtigen Voraussetzungen mit sich:

1. Ein schnelleres und einfacheres Erhalten von guten Meßergebnissen.
2. Zahlenmäßige Erfassung der Krümmung und Beweglichkeit der Brustwirbelsäule.
3. Plastische Darstellung der Krümmung, wie sie mit Hilfe eines Bleidrahtes zu erreichen wäre.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Das Kyphometer nach DEBRUNNER wurde in dieser Arbeit für die Bestimmung von Krümmung und Beweglichkeit der Brustwirbelsäule überprüft.

Zwei Gesichtspunkte wurden als Voraussetzung für die Beurteilung des Instrumentes in Betracht gezogen und zwar:  
Das Meßprinzip des Instrumentes und seine Meßgenauigkeit.

Es hat sich gezeigt, daß das Instrument von rein geometrischen Überlegungen aus nicht genau die Krümmung mißt, sondern einen Kreisbogen, der von den Grenzpunkten der Krümmung begrenzt wird und den gleichen Meßwert  $\alpha$  hat. Entsprechende Messungen und Rechnungen haben jedoch ergeben, daß der Unterschied zwischen der Krümmung und ihrem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die maximale Höhe von der gemeinsamen Sehne ( $H - h$ ) von sehr geringem Maße ist (durchschnittliche  $H - h$  in Ruhehaltung 0,3 cm, in Vorneigung 0,1 cm und in Rückneigung 0,2 cm).

Infolgedessen ist die Krümmung von ihrem entsprechenden Kreisbogen gut dargestellt. Die Möglichkeit, eine Krümmung auf diese Weise zahlenmäßig (in Graden) zu erfassen und gleichzeitig eine bildliche Vorstellung von ihr zu haben, steht im Gegensatz zu anderen Meßmethoden, bei denen die Krümmung nach dem Winkel zwischen dem Lot und dem Grenzsegment der Krümmung, oder nach Relationsindex zwischen bestimmten Längen erfaßt wird.

Als Maß für die Meßgenauigkeit wurde die Reproduzierbarkeit von Meßergebnissen bei wiederholten Messungen gewählt.

Bei den Messungen, die gleich hintereinander durchgeführt wurden, beträgt der durchschnittliche Variationskoeffizient in Ruhehaltung 6,29 %, in Vorneigung 2,80 %

und in Rückneigung 17,69 %.

Bei den Messungen, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden, beträgt der durchschnittliche Variations-Koeffizient in Ruhehaltung 6,31 %, in Vorneigung 4,14 % und in Rückneigung 57,28 %.

Das Kyphometer nach DEBRUNNER besitzt eine hohe Meßgenauigkeit. Die einfache Anwendung dieses Gerätes während des Meßvorganges, der sofort die Krümmung der Brustwirbelsäule in Graden erkennen läßt, ist ein weiterer Vorteil dieses Gerätes gegenüber bisher gebräuchlichen Apparaten für die selben Meßzwecke. Aus diesem Grund halten wir das Kyphometer nach DEBRUNNER für eine wertvolle Ergänzung bei der Feststellung der Brustwirbelsäulenbeweglichkeit in der orthopädischen Praxis.

7. TABELLARISCHER ANHANG

Tab. 1: Zusammenfassung der Meßwerte und des Rechenverfahrens zur Bestimmung der Differenz zwischen der Brustwirbelsäulenkrümmung in Ruhehaltung und seinem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die senkrechte maximale Höhe ( $H - h$ ) von der Sehne  $S$ .  $H - h$  ist in absolutem Wert geschrieben.

| Patient | $\alpha$     | $S$             | $\cot. S$ | $S/2$<br>(cm) | $H$<br>(cm) | $h$<br>(cm) | $H - h$<br>(cm) |
|---------|--------------|-----------------|-----------|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| 1.      | $30^{\circ}$ | $82,50^{\circ}$ | 0,1317    | 8,70          | 1,14        | 1,30        | 0,16            |
| 2.      | $22^{\circ}$ | $84,50^{\circ}$ | 0,0963    | 12,80         | 1,23        | 2,00        | 0,77            |
| 3.      | $28^{\circ}$ | $83,00^{\circ}$ | 0,1228    | 9,05          | 1,11        | 1,50        | 0,39            |
| 4.      | $37^{\circ}$ | $80,75^{\circ}$ | 0,1629    | 8,65          | 1,40        | 1,50        | 0,10            |
| 5.      | $40^{\circ}$ | $80,00^{\circ}$ | 0,1763    | 10,45         | 1,84        | 2,10        | 0,26            |
| 6.      | $27^{\circ}$ | $83,25^{\circ}$ | 0,1183    | 6,35          | 0,75        | 0,90        | 0,15            |
| 7.      | $28^{\circ}$ | $83,00^{\circ}$ | 0,1228    | 9,70          | 1,19        | 1,50        | 0,31            |
| 8.      | $23^{\circ}$ | $84,25^{\circ}$ | 0,1007    | 10,20         | 1,02        | 1,25        | 0,23            |
| 9.      | $13^{\circ}$ | $86,75^{\circ}$ | 0,0568    | 12,15         | 0,69        | 0,95        | 0,26            |
| 10.     | $35^{\circ}$ | $81,25^{\circ}$ | 0,1539    | 10,15         | 1,56        | 1,60        | 0,04            |

Die durchschnittliche Differenz zwischen der Krümmung und seinem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die maximale Höhe von der Sehne ( $S$ )  $H - h$  beträgt 0,267 cm.

Tab. 2: Zusammenfassung der Meßwerte und des Rechenverfahrens zur Bestimmung der Differenz zwischen der Brustwirbelsäulenkrümmung in Vorneigung und seinem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die senkrechte maximale Höhe ( $H - h$ ) von der Sehne  $S$ .  $H - h$  ist in absolutem Wert geschrieben.

| Patient | $\alpha$     | $\beta$         | $\cot. \beta$ | $S/2$<br>(cm) | $H$<br>(cm) | $h$<br>(cm) | $H - h$<br>(cm) |
|---------|--------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| 1.      | $39^{\circ}$ | $80,25^{\circ}$ | 0,1718        | 9,80          | 1,68        | 1,50        | 0,18            |
| 2.      | $52^{\circ}$ | $77,00^{\circ}$ | 0,2309        | 14,30         | 3,30        | 3,25        | 0,05            |
| 3.      | $31^{\circ}$ | $82,25^{\circ}$ | 0,1361        | 10,30         | 1,40        | 1,40        | 0,00            |
| 4.      | $43^{\circ}$ | $79,25^{\circ}$ | 0,1899        | 10,40         | 1,97        | 2,30        | 0,33            |
| 5.      | $47^{\circ}$ | $78,25^{\circ}$ | 0,2080        | 10,10         | 2,10        | 2,10        | 0,00            |
| 6.      | $35^{\circ}$ | $81,25^{\circ}$ | 0,1539        | 7,80          | 1,20        | 1,40        | 0,20            |
| 7.      | $35^{\circ}$ | $81,25$         | 0,1539        | 11,70         | 1,80        | 1,90        | 0,10            |
| 8.      | $49^{\circ}$ | $77,75$         | 0,2171        | 11,30         | 2,45        | 2,60        | 0,15            |
| 9.      | $15^{\circ}$ | $86,25$         | 0,0655        | 12,50         | 0,81        | 1,10        | 0,29            |
| 10.     | $47^{\circ}$ | $78,25$         | 0,2080        | 12,75         | 2,65        | 2,65        | 0,00            |

Die durchschnittliche Differenz zwischen der Krümmung und ihrem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die maximale Höhe von der Sehne ( $S$ )  $H - h$  beträgt 0,130 cm.

Tab. 3: Zusammenfassung der Meßwerte und des Rechenverfahrens zur Bestimmung der Differenz zwischen der Brustwirbelsäulenkrümmung in Rückneigung und ihrem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die senkrechte maximale Höhe ( $H - h$ ) von der Sehne  $S$ .  $H - h$  ist in absolutem Wert geschrieben.

| Patient | $\alpha$     | $S$             | $\cot. S$ | $S/2$<br>(cm) | $H$<br>(cm) | $h$<br>(cm) | $\frac{H - h}{(cm)}$ |
|---------|--------------|-----------------|-----------|---------------|-------------|-------------|----------------------|
| 1.      | $10^{\circ}$ | $87,50^{\circ}$ | 0,0437    | 9,50          | 0,41        | 0,75        | 0,34                 |
| 2.      | $18^{\circ}$ | $85,50^{\circ}$ | 0,0787    | 12,30         | 0,96        | 1,40        | 0,44                 |
| 3.      | $21^{\circ}$ | $84,75^{\circ}$ | 0,0919    | 8,85          | 0,81        | 0,90        | 0,09                 |
| 4.      | $35^{\circ}$ | $81,25^{\circ}$ | 0,1539    | 7,80          | 1,20        | 1,30        | 0,10                 |
| 5.      | $35^{\circ}$ | $81,25^{\circ}$ | 0,1539    | 8,85          | 1,36        | 1,70        | 0,34                 |
| 6.      | $19^{\circ}$ | $85,25^{\circ}$ | 0,0831    | 6,05          | 0,50        | 0,90        | 0,40                 |
| 7.      | $35^{\circ}$ | $81,25^{\circ}$ | 0,1539    | 9,80          | 1,50        | 1,60        | 0,10                 |
| 8.      | $22^{\circ}$ | $84,50^{\circ}$ | 0,0963    | 9,50          | 0,91        | 1,10        | 0,19                 |
| 9.      | $12^{\circ}$ | $87,00^{\circ}$ | 0,0524    | 12,00         | 0,62        | 0,80        | 0,18                 |
| 10.     | $30^{\circ}$ | $82,50^{\circ}$ | 0,1317    | 9,05          | 1,19        | 1,10        | 0,09                 |

Die durchschnittliche Differenz zwischen der Krümmung und ihrem entsprechenden Kreisbogen in Bezug auf die maximale Höhe von der Sehne ( $S$ )  $H - h$  beträgt 0,227 cm.

Tab. 4: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 1, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 28°         | 44°        | 25°         |
| 2.      | 21°         | 44°        | 20°         |
| 3.      | 32°         | 46°        | 22°         |
| 4.      | 30°         | 48°        | 21°         |
| 5.      | 30°         | 45°        | 23°         |

Tab. 5: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 2, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 32°         | 46°        | 15°         |
| 2.      | 35°         | 46°        | 15°         |
| 3.      | 34°         | 46°        | 13°         |
| 4.      | 34°         | 50°        | 12°         |
| 5.      | 35°         | 50°        | 10°         |

Tab. 6: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 3, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 30°         | 48°        | 16°         |
| 2.      | 32°         | 44°        | 25°         |
| 3.      | 31°         | 46°        | 18°         |
| 4.      | 32°         | 44°        | 18°         |
| 5.      | 28°         | 46°        | 20°         |

Tab. 7: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 4, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 40°         | 54°        | 33°         |
| 2.      | 38°         | 55°        | 33°         |
| 3.      | 40°         | 54°        | 34°         |
| 4.      | 41°         | 54°        | 30°         |
| 5.      | 41°         | 55°        | 29°         |

Tab. 8: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 5, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 42°         | 50°        | 33°         |
| 2.      | 40°         | 50°        | 37°         |
| 3.      | 44°         | 48°        | 34°         |
| 4.      | 40°         | 50°        | 41°         |
| 5.      | 42°         | 48°        | 46°         |

Tab. 9: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 6, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 32°         | 63°        | 18°         |
| 2.      | 32°         | 63°        | 22°         |
| 3.      | 33°         | 63°        | 15°         |
| 4.      | 37°         | 62°        | 16°         |
| 5.      | 36°         | 62°        | 20°         |

Tab. 10: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 7, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 28°         | 47°        | 23°         |
| 2.      | 27°         | 47°        | 20°         |
| 3.      | 24°         | 47°        | 15°         |
| 4.      | 22°         | 49°        | 12°         |
| 5.      | 26°         | 48°        | 19°         |

Tab. 11: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 8, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 26°         | 44°        | 22°         |
| 2.      | 24°         | 42°        | 18°         |
| 3.      | 25°         | 46°        | 21°         |
| 4.      | 25°         | 45°        | 12°         |
| 5.      | 24°         | 46°        | 20°         |

Tab. 12: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 9, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 28°         | 53°        | 3°          |
| 2.      | 36°         | 55°        | 8°          |
| 3.      | 32°         | 57°        | 5°          |
| 4.      | 34°         | 51°        | 10°         |
| 5.      | 35°         | 52°        | 5°          |

Tab. 13: Meßwerte von 5 Messungen an Patient 10, die hintereinander durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 50°         | 60°        | 30°         |
| 2.      | 52°         | 62°        | 30°         |
| 3.      | 51°         | 63°        | 35°         |
| 4.      | 50°         | 62°        | 30°         |
| 5.      | 52°         | 61°        | 33°         |

Tab. 14: Meßwerte von 10 Messungen an Patient 1, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 26°         | 44°        | 21°         |
| 2.      | 27°         | 43°        | 10°         |
| 3.      | 25°         | 48°        | 18°         |
| 4.      | 26°         | 44°        | 10°         |
| 5.      | 26°         | 42°        | 10°         |
| 6.      | 26°         | 45°        | 18°         |
| 7.      | 28°         | 47°        | 15°         |
| 8.      | 26°         | 44°        | 13°         |
| 9.      | 27°         | 47°        | 10°         |
| 10.     | 25°         | 48°        | 12°         |

Tab. 15: Meßwerte von 10 Messungen an Patient 2, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 31°         | 60°        | 4°          |
| 2.      | 33°         | 64°        | 5°          |
| 3.      | 25°         | 62°        | 5°          |
| 4.      | 35°         | 62°        | 5°          |
| 5.      | 27°         | 66°        | 8°          |
| 6.      | 30°         | 60°        | 5°          |
| 7.      | 32°         | 62°        | 5°          |
| 8.      | 33°         | 64°        | 7°          |
| 9.      | 30°         | 64°        | 5°          |
| 10.     | 28°         | 66°        | 7°          |

Tab. 16: Meßwerte von 10 Messungen an Patient 3, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 36°         | 50°        | 32°         |
| 2.      | 31°         | 46°        | 15°         |
| 3.      | 32°         | 44°        | 12°         |
| 4.      | 30°         | 46°        | 22°         |
| 5.      | 31°         | 44°        | 19°         |
| 6.      | 32°         | 48°        | 18°         |
| 7.      | 35°         | 44°        | 22°         |
| 8.      | 34°         | 45°        | 28°         |
| 9.      | 34°         | 46°        | 16°         |
| 10.     | 34°         | 46°        | 16°         |

Tab. 17: Meßwerte von 10 Messungen an Patient 4, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 42°         | 45°        | 27°         |
| 2.      | 38°         | 44°        | 27°         |
| 3.      | 36°         | 46°        | 20°         |
| 4.      | 39°         | 50°        | 25°         |
| 5.      | 40°         | 47°        | 24°         |
| 6.      | 40°         | 46°        | 32°         |
| 7.      | 41°         | 44°        | 28°         |
| 8.      | 44°         | 44°        | 30°         |
| 9.      | 37°         | 45°        | 25°         |
| 10.     | 40°         | 50°        | 29°         |

Tab. 18: Meßwerte von 10 Messungen an Patient 5, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 47°         | 52°        | 36°         |
| 2.      | 41°         | 46°        | 33°         |
| 3.      | 40°         | 52°        | 26°         |
| 4.      | 40°         | 48°        | 30°         |
| 5.      | 43°         | 47°        | 35°         |
| 6.      | 45°         | 52°        | 30°         |
| 7.      | 44°         | 50°        | 32°         |
| 8.      | 42°         | 48°        | 25°         |
| 9.      | 45°         | 50°        | 27°         |
| 10.     | 40°         | 47°        | 34°         |

Tab. 19: Meßwerte von Messungen an Patient 6, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 40°         | 62°        | 31°         |
| 2.      | 38°         | 56°        | 35°         |
| 3.      | 41°         | 56°        | 15°         |
| 4.      | 35°         | 60°        | 18°         |
| 5.      | 37°         | 58°        | 20°         |
| 6.      | 34°         | 58°        | 20°         |
| 7.      | 38°         | 56°        | 32°         |
| 8.      | 36°         | 59°        | 18°         |
| 9.      | 40°         | 60°        | 27°         |
| 10.     | 37°         | 57°        | 15°         |

Tab. 20: Meßwerte von Messungen an Patient 7, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 46°         | 61°        | 30°         |
| 2.      | 51°         | 60°        | 35°         |
| 3.      | 52°         | 62°        | 40°         |
| 4.      | 48°         | 65°        | 41°         |
| 5.      | 48°         | 64°        | 36°         |
| 6.      | 45°         | 62°        | 32°         |
| 7.      | 48°         | 60°        | 36°         |
| 8.      | 50°         | 64°        | 35°         |
| 9.      | 50°         | 62°        | 39°         |
| 10.     | 52°         | 64°        | 40°         |

Tab. 21: Meßwerte von 10 Messungen an Patient 8, die mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden.

| Messung | Ruhehaltung | Vorneigung | Rückneigung |
|---------|-------------|------------|-------------|
| 1.      | 26°         | 43°        | 20°         |
| 2.      | 25°         | 41°        | 23°         |
| 3.      | 25°         | 43°        | 20°         |
| 4.      | 25°         | 42°        | 16°         |
| 5.      | 30°         | 40°        | 28°         |
| 6.      | 30°         | 44°        | 26°         |
| 7.      | 27°         | 42°        | 22°         |
| 8.      | 25°         | 40°        | 18°         |
| 9.      | 25°         | 41°        | 20°         |
| 10.     | 30°         | 43°        | 16°         |

Tab.: 22: Zusammenfassung der Statistiken  $X_{\max.} - X_{\min.}$ , S und VK der Meßreihen, bei denen an jedem Patienten 5 Messungen hintereinander durchgeführt wurden, in Ruhehaltung.

| Patient      | $X_{\max.} - X_{\min.}$<br>(°) | S<br>(°) | VK<br>(%) |
|--------------|--------------------------------|----------|-----------|
| 1.           | 11                             | 4,226    | 14,98     |
| 2.           | 3                              | 1,225    | 3,60      |
| 3.           | 4                              | 1,673    | 5,46      |
| 4.           | 3                              | 1,225    | 3,62      |
| 5.           | 4                              | 1,673    | 4,02      |
| 6.           | 5                              | 2,345    | 6,89      |
| 7.           | 6                              | 2,408    | 9,48      |
| 8.           | 2                              | 0,836    | 3,37      |
| 9.           | 8                              | 3,162    | 9,58      |
| 10.          | 2                              | 1,000    | 1,96      |
| Durchschnitt | 4,8                            | 1,977    | 6,29      |

Tab. 23: Zusammenfassung der Statistiken Xmax. - Xmin., S und VK der Meßreihen, bei denen an jedem Patienten 5 Messungen hintereinander durchgeführt wurden, in Vorneigung.

| Patient      | Xmax. - Xmin.<br>(°) | S<br>(°) | VK<br>(%) |
|--------------|----------------------|----------|-----------|
| 1.           | 4                    | 1,673    | 3,680     |
| 2.           | 4                    | 2,191    | 4,60      |
| 3.           | 4                    | 1,673    | 3,66      |
| 4.           | 1                    | 0,547    | 1,00      |
| 5.           | 2                    | 1,095    | 2,22      |
| 6.           | 1                    | 0,547    | 0,87      |
| 7.           | 2                    | 0,894    | 1,87      |
| 8.           | 4                    | 1,673    | 3,75      |
| 9.           | 6                    | 2,408    | 4,49      |
| 10.          | 3                    | 1,183    | 1,92      |
| Durchschnitt | 3,1                  | 1,388    | 2,80      |

Tab. 24: Zusammenfassung der Statistiken Xmax. - Xmin.,  
S und VK der Meßreihen, bei denen an jedem  
Patienten 5 Messungen hintereinander durchge-  
führt wurden, in Rückneigung.

| Patient           | Xmax. - Xmin.<br>(°) | S<br>(°) | VK<br>(%) |
|-------------------|----------------------|----------|-----------|
| 1.                | 5                    | 1,924    | 8,66      |
| 2.                | 5                    | 2,121    | 16,31     |
| 3.                | 9                    | 3,435    | 17,70     |
| 4.                | 5                    | 2,168    | 6,81      |
| 5.                | 13                   | 5,357    | 14,02     |
| 6.                | 7                    | 2,864    | 15,73     |
| 7.                | 11                   | 4,324    | 24,29     |
| 8.                | 10                   | 3,975    | 21,37     |
| 9.                | 7                    | 2,775    | 44,75     |
| 10.               | 5                    | 2,302    | 7,28      |
| Durch-<br>schnitt | 7,7                  | 3,124    | 17,69     |

Tab. 25: Zusammenfassung der Statistiken  $X_{\max.} - X_{\min.}$   
S und VK der Meßreihen, bei denen an jedem  
Patienten 10 wiederholte Messungen mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden, in Ruhehaltung.

| Patient      | $X_{\max.} - X_{\min.}$<br>(°) | S<br>(°) | VK<br>(%) |
|--------------|--------------------------------|----------|-----------|
| 1.           | 3                              | 0,918    | 3,50      |
| 2.           | 8                              | 3,062    | 10,07     |
| 3.           | 6                              | 1,840    | 5,66      |
| 4.           | 8                              | 2,359    | 5,94      |
| 5.           | 7                              | 2,497    | 5,84      |
| 6.           | 7                              | 2,270    | 6,03      |
| 7.           | 7                              | 2,403    | 4,90      |
| 8.           | 5                              | 2,300    | 8,58      |
| Durchschnitt | 6,37                           | 3,240    | 6,31      |

Tab. 26: Zusammenfassung der Statistiken  $\overline{X_{\max.}} - \overline{X_{\min.}}$   
 $S$  und  $VK$  der Meßreihen, bei denen an jedem  
 Patienten 10 wiederholte Messungen mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden, in Vorneigung

| Patient      | $\overline{X_{\max.}}$<br>( $\bar{o}$ ) | $\overline{X_{\min.}}$ | $S$<br>( $^{\circ}$ ) | $VK$<br>(%) |
|--------------|-----------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| 1.           | 6                                       |                        | 2,149                 | 4,75        |
| 2.           | 6                                       |                        | 2,160                 | 3,42        |
| 3.           | 6                                       |                        | 1,932                 | 4,21        |
| 4.           | 6                                       |                        | 2,283                 | 4,95        |
| 5.           | 6                                       |                        | 3,011                 | 6,24        |
| 6.           | 6                                       |                        | 2,044                 | 3,51        |
| 7.           | 5                                       |                        | 1,766                 | 2,83        |
| 8.           | 4                                       |                        | 1,369                 | 2,67        |
| Durchschnitt | 5,62                                    |                        | 2,089                 | 4,14        |

Tab. 27: Zusammenfassung der Statistiken  $X_{\max.} - X_{\min.}$ ,  $S$  und  $VK$  der Meßreihen, bei denen an jedem Patienten 10 wiederholte Messungen mit Zwischenpausen von mehreren Stunden durchgeführt wurden, in Rückneigung.

| Patient      | $X_{\max.} - X_{\min.}$<br>(°) | $S$<br>(°) | $VK$<br>(%) |
|--------------|--------------------------------|------------|-------------|
| 1.           | 11                             | 4,083      | 29,80       |
| 2.           | 4                              | 1,265      | 22,58       |
| 3.           | 20                             | 6,173      | 29,53       |
| 4.           | 12                             | 3,400      | 12,73       |
| 5.           | 11                             | 3,852      | 12,50       |
| 6.           | 20                             | 7,460      | 322,94      |
| 7.           | 11                             | 3,626      | 9,96        |
| 8.           | 12                             | 3,813      | 18,24       |
| Durchschnitt | 12,62                          | 4,209      | 57,28       |

## 8. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

BAKKE, S.:

Röntgenologische Beobachtungen über die Bewegungen der Wirbelsäule.

Acta radiol. Stockholm. Suppl. XIII, 1931

BELLY:

Zitiert in: Handbuch der orthopädischen Chirurgie,  
hrsg. v. G. Joachimsthal, Bd. 1, 2. Abt.: Allgemeine  
Diagnostik und Untersuchungsmethoden, v. W. Schulthess,  
Fischer, Jena, 1905-1907

BÖHM, K.:

Beschreibung eines Gerätes zur Messung der Lendenwirbel-  
säulenbeweglichkeit.

Z. Orthop. 92, (1960)

CHAPCHAL, G., DOLANC, G. und JANI, L.:

Orthopädische Krankenuntersuchung, 2. Aufl.

Enke, Stuttgart 1971

CHRIST, W. und DUPUIS, H.:

Untersuchungen der Möglichkeit von gesundheitlichen  
Schädigungen der Wirbelsäule bei Schlepperfahrern.

Med. Welt, 36/37 (1968) 1919-1920 und 1967-1972

DEBRUNNER, H.U.:

Meßmethoden in der Orthopädie unter Berücksichtigung  
der internationalen Vorschläge.

Verh. dtsch. orthop. Ges. 1967,  
Enke, Stuttgart, 341-350 (1968)

DEBRUNNER, H.U.:

Gelenkmessung (Neutral-Null-Methode), Längenmessung,  
Umfangmessung.

A-O Bulletin, April (1971)

EICHLER, J.:

Einstellungsuntersuchungen bei Schwerarbeitern.

In: Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 55,  
hrsg. v. H. Erdmann, Hippokrates, Stuttgart,  
15-29, 1972

ERDMANN, H.:

Auf welche Fragen kann das Röntgenbild der Wirbelsäule  
Antwort geben ?

Hippokrates 36, 668 (1965)

GHILLINI:

Zitiert in: Handbuch der orthopädischen Chirurgie,  
hrsg. v. G. Joachimsthal. Bd. 1, 2. Abt.: Allgemeine  
Diagnostik und Untersuchungsmethoden, von W. Schulthess.  
Fischer, Jena, 1905-1907, 573

HACKETHAL, K.H.:

Ein Verfahren zur genauen Bestimmung der Wirbelsäulen-  
beweglichkeit. In: Wirbelsäule in Forschung und Praxis,  
Bd. 25, hrsg. von W. Hackenbroch.

Hippokrates, Stuttgart, 198-201, 1961

HESS, F.:

Schwingungs- und Vibrationsbeschwerden beim Autofahren.  
Fortschr. Med. 79, 587, 1961

HÜBSCHER:

Zitiert in: Handbuch der orthopädischen Chirurgie,  
hrsg. v. G. Joachimsthal. Bd. 1, 2. Abt.: Allgemeine  
Diagnostik und Untersuchungsmethoden, v. W. Schulthess,  
FISCHER, Jena, 1905-1907, 579

JUNGHANNS, H.:

Wirbelsäulenschäden und Benutzung von Kraftfahrzeugen.  
Zbl. Verkehrs-Med. 2 (1955)

KENDALL, F.:

Car seats and back-ache.

Proc. roy. Soc. Med. 60, 958-959 (1967)

KUNZ, F.:

Rückenbeschwerden und Wirbelsäulenbefunde bei Führern schwerer Baumaschinen.

Z. Unfallmed., Berufskr. 62, 178-189 (1969)

LEKSZAS, G.:

Ein neues Meßgerät zur Funktionsdiagnostik der Wirbelsäule.

Beitr. Orthop. 17, 693-699, 1970

MAGORA, A. und TAUSTEIN, I.:

An investigation of the problem of sick leave in the patient suffering from low back pain.

Industr. Med. Surg. 38, 80-90, 1969

MATTHIAS, H.H.:

Meßmethoden für Krümmungen, Diskussionsbeitrag zum provisorischen Arbeitsprogramm der Arbeitsgruppe für Befunddokumentation.

Dtsch. Ges. Orthop. Traum., 12.9.1968 in Kassel

MATZEN, P.F.:

Lehrbuch der Orthopädie, 2. Überarb. Aufl., Bd. 1

VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin (1967)

MATZNER, R.:

Die Röntgenfunktionsdiagnostik der Brust- und Lendenwirbelsäule.

Z. Orthop. 90, 319-322 (1958)

MIKULICZ:

Zitiert in: Handbuch der orthopädischen Chirurgie, hrsg. v. G. Joachimsthal. Bd. 1, 2. Abt.: Allgemeine Diagnostik und Untersuchungsmethoden, v. W. Schulthess, Fischer, Jena, 1905-1907, 577

MITTENECKER, E.:

Planung und statistische Auswertung von Experimenten.  
Wien 1963

NEUGEBAUER, H.:

Rückenmeßgerät für Reihenuntersuchungen.

Z. Orthop. 108, 395-406 (1970)

RAUSCH, L. und FRIK, W.:

Strahlenbelastung und Strahlenschutz in der orthopädischen Röntgendiagnostik.

In: Praktische Orthopädie, hrsg. v. H. Rettig und J. Eichler

Vordruck, Bruchsal, 35-66, 1970

RICHTERICH, R.:

Klinische Chemie.

Akademische Verlagsanstalt, Frankfurt, 25-27, 1968

RIPPSTEIN, J.:

Rev. med. Suisse rom. 83, 372 (1963)

ROSEGGER, S.:

Vorzeitige Aufbraucherscheinungen bei Kraftfahrern.

Zschr. Orthop. 108, 510-516 (1970)

SCHENK:

Zitiert in: Handbuch der orthopädischen Chirurgie, hrsg. von G. Joachimsthal, Bd. 1, 2. Abt.: Allgemeine Diagnostik und Untersuchungsmethoden, v. W. Schulthess.

Fischer, Jena, (1905-1907), 579

SCHLOMKA, G.:

Berufliche Belastungsschäden der Wirbelsäule.

Arch. orthop. Unfallchir. 48, 300 (1956/57)

SCHOBER, H.:

Zitiert in: Orthopädisches Diagnostikum von H.U. Debrunner.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1966)

SCHULTHESS, W.:

Allgemeine Diagnostik und Untersuchungsmethoden, in:  
Handbuch der orthopädischen Chirurgie, hrsg. von G.  
Joachimsthal, Bd. 1, 2. Abt.

Fischer, Jena (1905-1907) 570-590

SCHULTZE, H.U.:

Zur Osteochondrose der Halswirbelsäule, Ergebnisse einer  
Röntgenuntersuchung bei 500 jungen Männern.

Dtsch. Ges. Wes. XXIV, 1685-1688 (1969)

TIMM, H.:

Zur Objektivierung von Fehlhaltungen der Wirbelsäule.

Z. Orthop. 106, 716-718 (1969)

WAGNER, R.:

10 Jahre Jugendarbeitsschutzgesetz, Erfahrungen und Ziel-  
setzungen.

Fortschr. Med. 89, 1239 (1971)

WOLFF, H.D.:

Spinameter.

Hausmitt. Byk-Gulden, Konstanz

ZANDER:

Zitiert in: Handbuch der orthopädischen Chirurgie,  
hrsg. von G. Joachimsthal, Bd. 1, 2. Abt.: Allgemeine  
Diagnostik und Untersuchungsmethoden von W. Schulthess.

Fischer, Jena, 1905-1907, 576



Herrn Prof. Dr. Eichler danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und seine großzügige Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit.

Herrn Oberarzt Oest bin ich zu Dank verpflichtet, weil er mir stets mit gutem Rat und grossem Interesse am Fortschritt meiner Arbeit eine grosse Hilfe war.

Ferner danke ich Frau Beller, die sich durch unermüdliche Tatkraft für die Schreibarbeiten eingesetzt hat.



## LEBENS LAUF

Am 31. Oktober 1944 wurde ich, Amos Weissmann, als Sohn des Metalltechnikers Lipa Weissmann und seiner Ehefrau Sara geborene Neumann in Rehovoth/Israel geboren.

Von September 1950 bis Juli 1958 besuchte ich die Grundschule in Tel-Aviv.

Von September 1958 bis Juni 1962 besuchte ich das Städtische Gymnasium in Tel-Aviv und bestand dort im Juli 1962 die Reifeprüfung.

Von November 1962 bis Mai 1965 leistete ich in Israel den Grundwehrdienst ab.

Seit September 1965 bin ich mit Warda Ast, geboren am 7. August 1947, verheiratet.

Im November 1965 immatrikulierte ich mich an der Medizinischen Fakultät der Universität Mailand, wo ich im Februar 1967 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im Oktober 1968 die ärztliche Vorprüfung bestand.

Im Sommersemester 1969 immatrikulierte ich mich an der Medizinischen Fakultät der Universität Gießen, wo ich im Juli 1972 die ärztliche Prüfung bestand.





